

## **METODOLOGIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN ÍNDICE DE VALORACION AMBIENTAL DE CONFORT, EN UN CAMPUS URBANO UNIVERSITARIO.**

**Alexander González Castaño<sup>1</sup>; Juliana Gómez Mejía<sup>1</sup>; Ader A. Garcia Cardona<sup>2</sup>**

1. P.V.G Arquitectos. Medellín Colombia.
2. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Arquitectura.  
Tel (57)(4)511 46 56 – 513 17 48  
e-mail: bioclimarq@yahoo.com

### **RESUMEN**

Para la construcción de un índice que describa el confort en el espacio público, se propone un análisis de los aspectos ambientales que influyen en la percepción, la fisiología y la psicología de los seres humanos. En este caso, son considerados la incidencia de la radiación solar, la disponibilidad de la iluminación natural, el sonido y el viento. Estos fenómenos se mezclan para generar innumerables configuraciones ambientales en el espacio urbano. Así, su percepción cualitativa y cuantitativa se convierte en una tarea muy compleja, especialmente si es considerada la gran influencia de la subjetividad de los usuarios del espacio público en la evaluación del bienestar. En este trabajo es presentado un estudio de esos cuatro componentes del ambiente urbano, a través de un método aplicado en el estudio de caso de un campus urbano universitario. El fenómeno solar, la iluminación, el sonido y el viento son evaluados y cuantificados en una escala de valoración adimensional. Con la definición del peso específico de cada una de las variables analizadas, es establecido un único valor de confort, síntesis de todos los componentes considerados. Esta valoración es establecida con base en la percepción de los usuarios, estudiantes y profesores de la universidad analizada. La consolidación de los resultados obtenidos en el levantamiento de datos ambientales de cada una de las variables y los pesos específicos de la percepción de los usuarios, obtenidos por las encuestas aplicadas en el campus universitario, permitieron la construcción de un Índice de Valoración Ambiental del Espacio Urbano. Esta escala de aproximación a la valoración de la calidad ambiental de un territorio, permite una visión general de las características ambientales del espacio, viabilizando así, la toma de decisiones de ordenamiento urbano, arquitectónico y de aprovechamiento del espacio público, en el futuro desarrollo físico del Campus.

### **ABSTRACT**

This research proposes the creation of an index that describes the comfort in the public space. Thus, there were realized analyzes of the aspects in environmental that influence the perception, the physiology and the psychology of humans. For this, there was considered the incidence of the solar radiation, the availability of the natural lighting, the sound and the wind. These phenomenons are mixed for the generation of environmental configurations in the urban space. In this research, the quantitative and qualitative perception becomes a very complex task; especially it is considered the influence of the subjectivity of the users in the evaluation of the comfort spaces. Thus it is presented a study of these four components of the urban environment, through an approach applied in the study in university campus. The solar phenomenon, the lighting, the sound and the wind, were evaluated and quantified in a unmeasured scale of valorization. Beyond that, the dates incorporated other variables used for the calculation of thermal and lightly stress, with the aim to approach the environmental quality index. With the definition of the specific index of each one of the variables analyzed, it was established a unique value of comfort, synthesis of the unit of all of the components considered. This valorization was established on the basis of the perception of the

users: students and teachers of the university evaluated. The consolidation of the dates obtained of each variable and the specific index, which was obtained by slopes applied in the university campus, permitted the construction of an Index of Environmental Valorization of the urban space. The index approaches the environmental quality of a territory, and permits a general vision of the environmental characteristics of the space, making feasible, therefore, the decision-making of urban and architectural planning, and of utilization of the public space in the future development of the campus.

## 1 INTRODUCCIÓN.

Para construir un índice que describa el confort en el espacio público se propone un análisis de los aspectos ambientales que inciden en la percepción, la fisiología y la psicología humana, en este caso: radiación solar, iluminación (radiación difusa), el sonido y el viento. Estos aspectos se mezclan en tantas configuraciones únicas e irrepetibles como los lugares de estudio, teniendo en cuenta que a la hora de hablar de confort se habla precisamente de la subjetividad humana. Este estudio se complementa con un análisis detallado de índices de confort térmico obtenido por medio del levantamiento de datos de temperatura y humedad, adicional a las variables descritas previamente. Este trabajo no aborda otros aspectos que también pueden incorporarse en una valoración ambiental del espacio público, pues el estudio se enfocó en variables de mayor peso relacionadas con los espacios físicos, de los campus urbanos de la universidad. Variables como el material particulado del aire, la seguridad, la higiene y la antropometría, que podrían ser parte de un estudio que complementa esta investigación.

La forma tradicional de medir el confort ambiental se hace por sumatoria de todos y cada uno de los aspectos que intervienen en éste, pero sin encontrar una relación entre todas sus variables. En el libro “Arquitectura y Energía Natural”, el profesor Rafael Serrá1 expone de manera clara algunas de las dificultades básicas en la investigación de campo a la hora de tratar de definir confort:

1. Errores en la recolección de la información.
2. Falta de correlación entre los factores fisiológicos cuantitativos y los factores psicológicos cualitativos.
3. Falta de precisión en la selección de la muestra de la población.
4. La presunción de que los estados del confort son únicos, inmutables y perennes en el tiempo.

Por supuesto que la construcción de un experimento que identifique el grado de confort de las personas debe considerar entonces las características:

1. Fisiológicas de las personas.
2. Psicológicas de las personas.
3. **Ambientales del lugar.**

Este trabajo se concentra entonces en el último punto, proponiendo una metodología que involucre en un sólo valor, la unidad de todos los aspectos ambientales, identificando su peso específico en el valor total del confort, quiere que decir que describe cada aspecto ambiental para ser incorporado en una ecuación más general del bienestar humano.

La metodología para la evaluación ambiental de los espacios públicos supone una valoración cualitativa de estos parámetros de acuerdo a procedimientos presentados desde la ergonomía y la salud ocupacional, así como la valoración de las personas mediante encuestas que se aplicaron siguiendo los procedimientos estadísticos recomendados. Este análisis evalúa las condiciones ambientales que influyen en el confort humano: la sombra, la iluminación natural, la ventilación y la acústica.

---

<sup>1</sup> Serrá Rafael, Coch Roura, Helena. Arquitectura y Energía Natural. Ediciones UPC. Barcelona 1991.

## 2. METODOLOGIA.

Para la evaluación ambiental se determinó entonces una unidad espacial que correspondiera al volumen máximo que podría ocupar un cuerpo humano de talla grande (percentil 95) en el espacio público. Se definió un volumen de espacio cuya área de la planta es 2,4 x 2,4 m. que a su vez se reunió en cuadrantes mayores de 24 x 24 metros, dimensión que corresponde a 30 pasos de 80 centímetros y que a una velocidad de 4 Km/h se recorren en 20 segundos. (Figura 1).

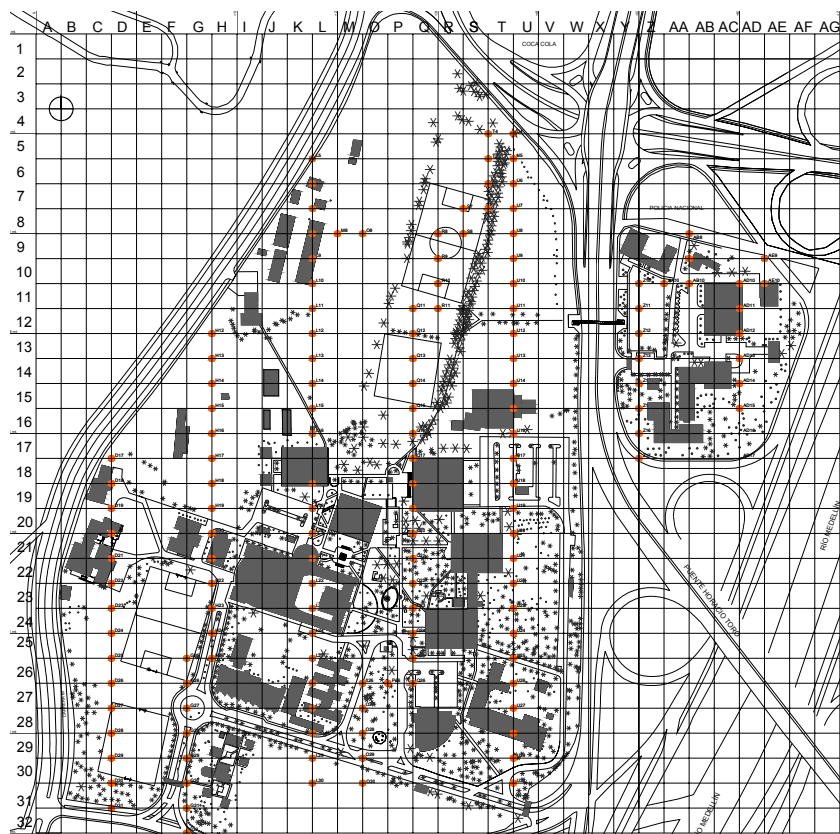


Figura 1: Malla de Cuadrantes de 24 x 24 metros aplicada para el campus de Universidad

De esta forma se determinó una malla de cuadrantes debidamente referenciados, sobre los cuales se podrían ir inscribiendo los datos ambientales tomados en los campus, junto con aquellos simulados por software. Dada la magnitud del estudio por términos de tiempo y escala, los datos ambientales registrados en tiempo real fueron tomados sólo en aquellos cuadrantes que por sus características físicas y su ubicación permitieran medidas representativas y continuas a lo largo de los campus, en cuanto a los datos simulados por software abarcaron con mayor resolución la totalidad de los cuadrantes definidos.

En vista de la alta variabilidad de las condiciones ambientales del espacio público se decidió partir el análisis en dos componentes, uno en la mañana y otro en la tarde, de esta manera se afinaría aún más el comportamiento ambiental del estudio. Por supuesto esto significó tomar las medidas y a hacer los ensayos respectivos en esos dos periodos del día.

### 2.1 Datos Ambientales

Se construyó un método para evaluar en todos y cada uno de los cuadrantes las horas de sombra, intensidad y distribución lumínica, velocidad y dirección del viento e intensidad acústica. Todas las medidas se hicieron siguiendo las metodologías propuestas por las normas de salud ocupacional vigentes en el país, incluyendo los equipos y su calibración. Adicionalmente se tomaron datos de temperatura de bulbo seco, temperatura de globo y humedad relativa en los cuadrantes seleccionados. Para cada uno de los aspectos ambientales se determinaron rangos de valoración de 1 a 5 según criterios técnicos de los códigos de salud ocupacional, como convención general se determinó que los rangos tuvieran la siguiente clasificación numérica y de color:

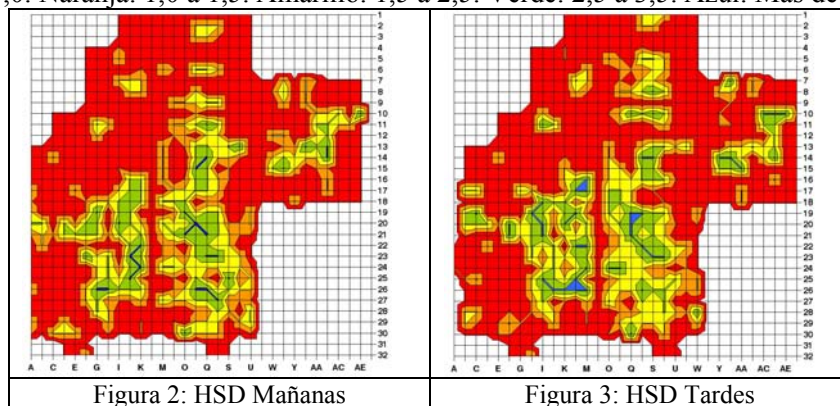
- Rango de 0 a 1, color rojo (corresponde a valores muy malos)
- Rango de 1 a 2, color naranja (corresponde a valores malos)
- Rango de 2 a 3, color amarillo (corresponde a valores regulares)
- Rango de 3 a 4, color verde (corresponde a valores buenos)
- Rango de 4 a 5, color azul (corresponde a valores muy buenos)

### 2.1.1 Radiación Solar. Cálculo de Horas de Sombra Diaria

Para estudiar las condiciones de accesibilidad solar en las zonas exteriores de los Campus Urbanos de la Universidad, se requirió la proyección y procesamiento geométrico de todas las sombras que pueden arrojar las edificaciones y el sistema de arborización existente a las diferentes horas del día y en las diferentes épocas del año. El procedimiento que permitió estudiar la evolución temporal de las interacciones que se presentan entre los elementos de sombreado de cada uno de los campus universitarios y el plano base donde las sombras son proyectadas, fue desarrollado con el software Urban Helios<sup>2</sup>. Con los resultados obtenidos fue definida la unidad de valoración ambiental de la radiación solar, como Horas de Sombra Diaria (HSD), cifra promedio del tiempo acumulado en que cada punto sobre el plano base permanece sombreado en el transcurso de un año. (Figuras 2 y 3)

#### Rangos de Valoración en HSD:

Rojo: 0,0 a 1,0. Naranja: 1,0 a 1,5. Amarillo: 1,5 a 2,5. Verde: 2,5 a 3,5. Azul: Más de 3,5



### 2.1.2 Ventilación Natural. Evaluación De Los Perfiles Aerodinámicos.

Construir una rosa de vientos para cada campus es una tarea que lleva tiempo y demanda recursos importantes, para este trabajo se construyó un perfil aerodinámico de cada campus a partir de medidas de velocidad y dirección de los vientos predominantes en los distintos cuadrantes. Con esta información se construyeron modelos a escala que se sometieron a velocidades y direcciones similares a las reales en un túnel de viento, en el que se analizaron y fotografiaron los comportamientos aerodinámicos de la topografía, los edificios, los árboles y las vías de cada campus. La caracterización de los perfiles aerodinámicos de los campus a partir de datos tomados

<sup>2</sup> Software desarrollado por el Arquitecto Jorge Hernán Salazar Trujillo.

en tiempo real con un anemómetro, en los puntos demarcados de los cuadrantes permitió establecer las pautas de análisis para la construcción de los modelos, los cuales se sometieron al túnel de viento, con una evaluación de movimiento de arena de cuarzo. (Figuras 4 y 5)

**Rangos de Valoración en m/seg:**

Rojo: 0 a 0,35. Naranja: 0,36 a 0,46. Amarillo: 0,47 a 0,8. Verde: 0,81 a 1,9. Azul: Más de 2.

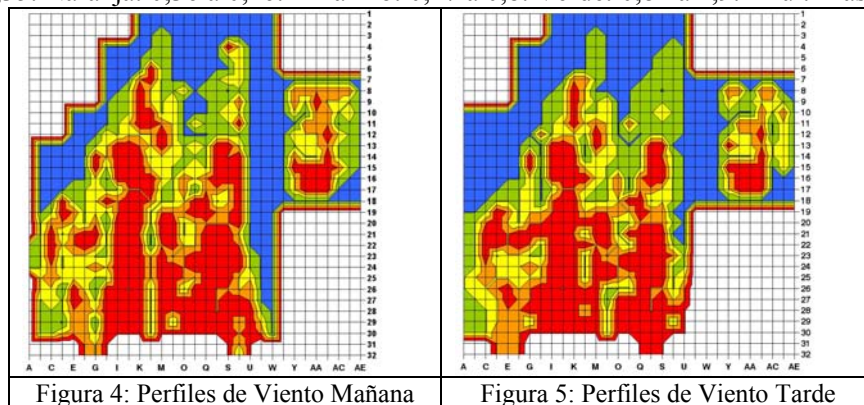


Figura 4: Perfiles de Viento Mañana

Figura 5: Perfiles de Viento Tarde

**2.1.3 Iluminación Natural. Monitorización y Cálculo De Recurso Lumínico Natural.**

Los análisis de iluminación natural de los campus urbanos de la universidad fueron realizados mediante la toma de datos de iluminación en las cuatro orientaciones cardinales del cielo, en cada uno de los puntos seleccionados para este estudio ambiental y en periodos de mañana y tarde, los datos se registraron con sensores de intensidad lumínica tipo HOB0 H-08<sup>3</sup> simultáneamente en cada orientación, con una frecuencia de recolección de datos de 0,5 segundos. Este método de análisis se complementó con cálculos de factores de configuración lumínica<sup>4</sup> y permitió establecer los rangos de intensidad y distribución de la luz natural en relación con cada uno de los puntos monitorizados, la base de datos construida con este procedimiento es de 24.000 datos de intensidad lumínica procesados en hojas de cálculo electrónicas para su análisis y graficación.

Según el registro de datos climáticos realizado durante el mes de Junio, se monitorizó el recurso lumínico proveniente de los aportes de luminancia en los puntos cardinales. En cada cuadrante se tomaron 4 valores de intensidad lumínica que integrados definieron para cada punto su índice de valoración ambiental en la escala de rangos de 1 a 5 en que se definen los demás fenómenos ambientales estudiados (Figuras 6 y 7). Esta clasificación considero entonces dos partes, la primera de ellas referida a niveles de intensidad lumínica y la segunda a las relaciones de contraste entre niveles de iluminación de orientaciones adyacentes:

Rangos de Valoración por intensidad:	Rangos de Valoración por contraste
• Rojo: Menos de 8000 luxes	• Rojo: Contraste superior de 1:8
• Naranja: Entre 8001 y 15000 luxes	• Naranja: Contraste entre 1:6 y 1:8
• Amarillo: Mayor de 35000 luxes	• Amarillo: Contraste entre 1:4 y 1:6
• Verde: Entre 15001 y 25000 luxes	• Verde: Contraste entre 1:2 y 1:4
• Azul: Entre 25001 y 35000 luxes	• Azul: Contraste menor a 1:2

<sup>3</sup> Onset Computer Corporation. USA

<sup>4</sup> Método de Calculo desarrollado por el Profesor José Maria Cabeza, de la UPC.

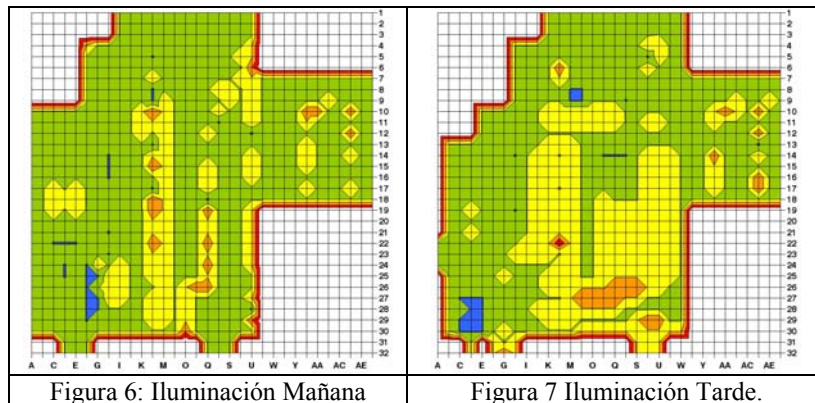


Figura 6: Iluminación Mañana

Figura 7 Iluminación Tarde.

### 2.1.4 Sonido. Medición Del Ruido Proveniente Del Ambiente.

En los mismos cuadrantes seleccionados se tomaron medidas de ruido en la mañana y en la tarde, esas medidas se realizaron con un sonómetro calibrado, las medidas se hicieron en escala de dB y velocidad de medida slow. Con los datos obtenidos en los puntos de medida en los campus se construyó una triangulación que permitía saber el comportamiento del ruido entre dos puntos de medida y de esa manera saber el valor aproximado del ruido en todos y cada uno de los cuadrantes que conforman los campus (Figuras 8 y 9).

La normatividad vigente en el país es exigente en cuanto a los niveles de presión acústica para los espacios, pero no así con las frecuencias que los componen. Para los espacios educativos se establece que los rangos adecuados para las aulas deben ser entre 60 y 70 dB. Por esta razón se resuelve construir una tabla que establece rangos para cada cambio en 6 decibeles comenzando por 50, entonces cada que se pasa supera un rango se asume que la energía se duplica hasta los límites establecidos por la misma normativa, más de 73 decibeles, así:

#### Rangos de Valoración en dB:

Rojo: Más de 73. Naranja: 67 a 72. Amarillo: 63 a 68. Verde: 57 a 62. Azul 50 a 56 dB

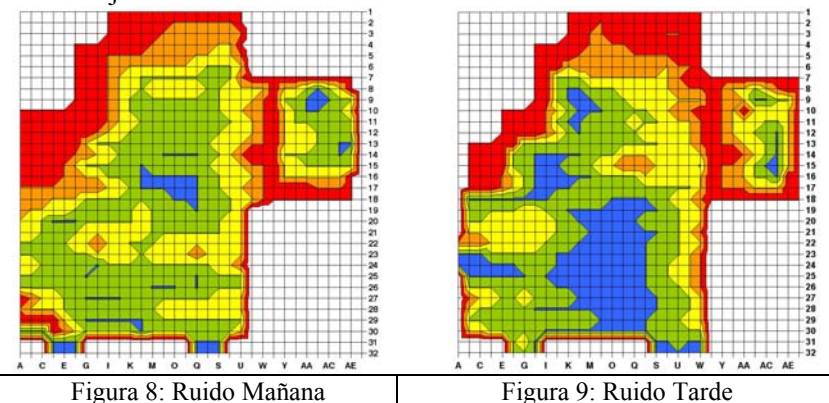


Figura 8: Ruido Mañana

Figura 9: Ruido Tarde

## 3. CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE AMBIENTAL

El Índice Valoración Ambiental de este estudio podría estar inscrito en términos de un grupo adimensional, término que ha sido presentado en estudios de ingeniería mecánica como un formalismo para expresar una dimensión dependiente en función de un conjunto seleccionado de dimensiones básicas independientes. Si la representación dimensional más simple de un grupo de

cantidades cuando se multiplican entre ellas es la unidad, el grupo se conoce como grupo adimensional.

Una forma de valorar por separado y en conjunto las variables ambientales más importantes de un espacio público puede identificar una metodología que precise las características de los mismos como una suma de situaciones y no por separado. Construir el índice de valoración ambiental supone un ejercicio estadístico que identifique la relación de todos y cada uno de los aspectos ambientales con un índice global y de cada factor con los demás. Se decidió entonces realizar una encuesta tipo prueba piloto en la que se pidió a 27 personas que evaluaran de 1 a 5 la importancia que le otorgan a los diferentes aspectos ambientales contenidos en este estudio, cuando usan el espacio público del campus, tanto en la mañana como en la tarde. Las encuestas preguntaron por la valoración de los factores ambientales tanto en la mañana como en la tarde. Los resultados son presentados en las tablas 1 y 2.

ENCUESTA PRUEBA PILOTO - MAÑANA						ENCUESTA PRUEBA PILOTO - TARDE					
	Sol	Viento	Iluminación	Ruido	Total		Sol	Viento	Iluminación	Ruido	Total
Promedio	3,16	3,47	4,34	3,37	3,59	Promedio	4,25	4,50	3,99	3,26	4,00
Coefficiente de Correlación	0,70	0,40	0,19	0,28	1,58	Coefficiente de Correlación	0,68	0,22	0,33	0,60	1,83
Desviación Estandar	1,50	1,20	0,94	1,39	0,52	Desviación Estandar	1,15	0,81	0,92	1,42	0,53
Moda	5	3	5	5	4	Moda	5	5	5	5	4,5

Tabela 1.

Tabela 2

La prueba piloto demostró que los aspectos ambientales se correlacionaban con el valor total del confort, sin embargo se detectaron dificultades entre los encuestados cuando debían poner valores a los aspectos, pues no lograban identificar que diferencia podría existir entre un valor y otro, además los aspectos ambientales sugerían respuestas: por ejemplo preguntar por el ruido es diferente a preguntar por el sonido, por esta razón se optó por cambiar el nombre de esta variable para efectos de la encuesta. Para la aplicación de la prueba definitiva y luego de los ajustes a la encuesta, se preguntó a las personas sobre el valor que cada una de ellas le otorga a cada aspecto ambiental (sol, viento, iluminación natural y sonido) al momento de usar el espacio público del campus tanto en la mañana como en la tarde. Las personas debían señalar con una X el grado de importancia de cada aspecto entre las opciones de “NADA IMPORTANTE” hasta “MUY IMPORTANTE” que más se acomodara a su percepción. Aplicada la encuesta se convirtieron las evaluaciones nominales en numéricas así: Nada importante 1: Poco importante 2: Indiferente 3: Importante 4 y Muy importante 5.

Para definir la población objeto del estudio, se seleccionaron los usuarios de los espacios públicos de los campus que tuviesen algún tipo de vinculación con la universidad, estudiantes, profesores y trabajadores, consultando con la oficina de programación académica se calculó que la población de los campus es de 5000 personas en los días de mayor actividad, a esa población se aplicó un muestreo aleatorio simple (MAS). Por tratarse de datos cualitativos se utiliza una escala nominal, para conocer el tamaño muestral, (n) se aplicó en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{n'}{1+(n'/N)}$$

Donde:  $n'$  =  $p(1-p)/(es)^2$   
 $N$  = Tamaño de la población (5000 personas)  
 $P$  = Porcentaje de confiabilidad 90%  
 $(es)$  = error estándar = 0,015

La varianza poblacional  $(es)^2 = 0,000225$ ,

Entonces:  $n' = 0,9(1-0,9)/0,000225 = 400$        $n = 400/(1+(400/5000)) = 370$

Se aplicó la prueba a 370 personas escogidas al azar en el campus 185 en la mañana y 185 en la tarde, la selección de las personas se hizo por muestreo con reemplazo. Las pruebas estadísticas que se aplicaron fueron: Promedio; Moda; Desviación estándar y Coeficiente de correlación. Los resultados obtenidos fueron:

ENCUESTA - MAÑANA						ENCUESTA - TARDE					
	Sol	Viento	Iluminación	Sonido	Total		Sol	Viento	Iluminación	Sonido	Total
Promedio	3,76	3,56	4,19	4,03	3,88	Promedio	3,54	3,97	4,38	4,07	3,99
Coeficiente de Correlación	0,60	0,65	0,45	0,66	2,37	Coeficiente de Correlación	0,72	0,39	0,34	0,65	2,10
Desviación Estandar	1,06	0,99	0,95	1,19	0,63	Desviación Estandar	1,24	0,92	0,83	1,18	0,57
Moda	4	4	5	5	4	Moda	4	4	5	5	4,0

Tabela 3: Resultados Encuesta Mañana

Tabela 4: Resultados Encuesta Tarde

Estadístico	Sol	Viento	Iluminación	Sonido	Estadístico	Sol	Viento	Iluminación	Sonido
% Coeficiente de Correlación	25%	28%	19%	28%	% Coeficiente de Correlación	34%	19%	16%	31%

Tabela 5: Peso Porcentual de cada variable ambiental en las mañanas.

Tabela 6: Peso Porcentual de cada variable ambiental en las Tardes

Con los datos obtenidos en la aplicación de la encuesta se hicieron los análisis para hallar el valor de cada aspecto ambiental en la ecuación general del confort en el espacio público. La percepción del confort ambiental es diferente entre la mañana y tarde, en la primera parece existir una idea más integradora en la que tres de los cuatro aspectos tienen muy próxima la misma relación con la idea de confort, por el contrario en la tarde se polarizan las percepciones y el sol y el sonido parecen ser los aspectos a tener en cuenta dada su variabilidad en la percepción de las personas.

La iluminación es un aspecto que en todos los casos no parece ser decisivo en el confort del campus, dado que siempre es considerado importante pero no se relaciona muy bien con el confort y mucho menos con los otros aspectos, pueden existir dos explicaciones de este comportamiento: o bien las personas dieron una respuesta social, es decir esta aceptado socialmente que los espacios deben ser iluminados, o la gente no logra asociar algunas características físicas de la iluminación con su confort, la mayoría de las personas no conocen de otras características de la iluminación como contrastes, brillos, temperatura de color, índice de reproducción cromática, etc.

El viento fue el aspecto que más variación tuvo entre la mañana y la tarde, ya se dijo que es posible que para una ciudad con un clima como el de Medellín es común que las personas identifiquen el viento como un aspecto infaltable en el espacio público en las tardes, pero en la mañana la situación parece no estar tan clara pues las opiniones se dividen. El sol parece ser el aspecto más importante, no solo por la identificación cultural que lo asocia con calor, verano, ocio y deporte sino por que sus efectos son los más sensibles en la fisiología humana. Las correlaciones entre los aspectos ambientales y el confort en el espacio público estuvieron todas por encima de 0,30, con promedios para la mañana de 0,59 y para la tarde de 0,52; comportamiento que ratifica el hecho de que los aspectos estudiados son fundamentales en el confort ambiental.

#### 4. INDICE AMBIENTAL DEL CAMPUS

Cada aspecto ambiental fue evaluado por separado y con cada uno de ellos por campus y por jornada de día, se construyó un plano donde se califica por colores cada uno de los cuadrantes según los criterios expresados en la metodología. Finalmente se presenta un plano general con el que se aplica el índice ambiental con la valoración global de cada uno de los fenómenos siguiendo



los resultados de la correlación entre ellos y sus respectivos pesos específicos dentro de la valoración global del confort, encontrados con la encuesta. (Figura 10)

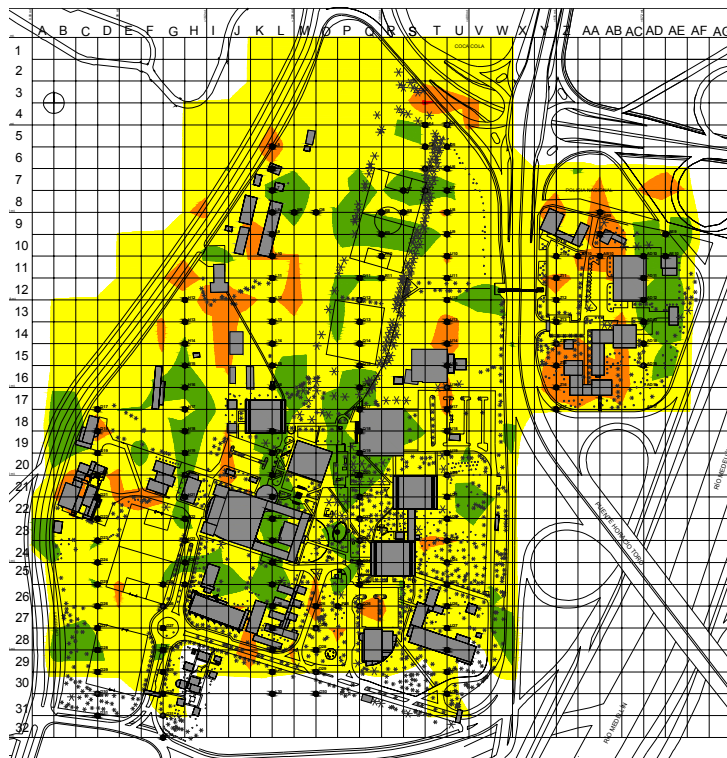


Figura 10. Índice de Confort Ambiental del Campus Urbano de la Universidad entre 08:00 y 12:00 Horas

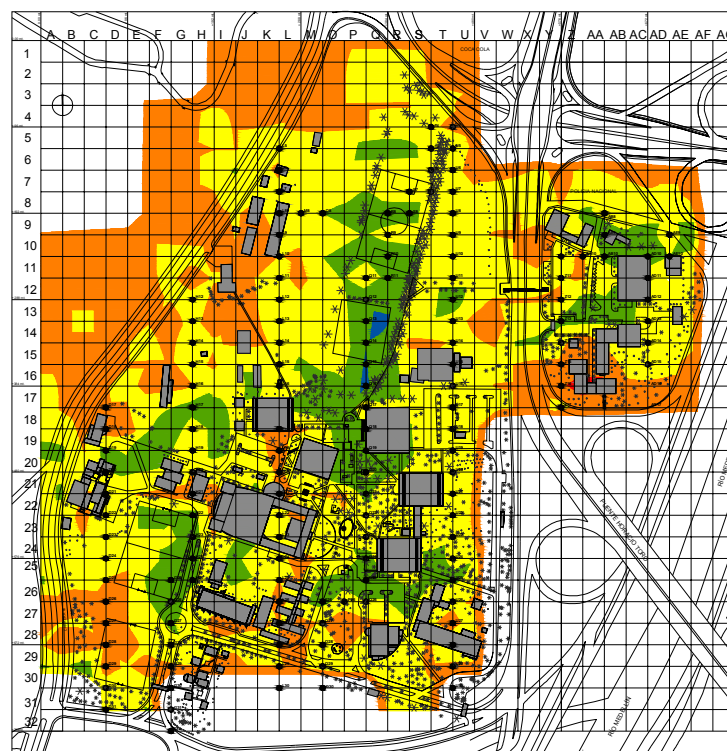


Figura 11. Índice de Confort Ambiental del Campus Urbano de la Universidad entre 14:00 y 18:00 Horas

## 5. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Las zonas centrales de núcleos donde se ubican las edificaciones son las que presentan mejor valoración ambiental pues ofrecen buena protección a ruido y sol, aunque disminuye frente al viento.

Hay cambios drásticos entre la evaluación de cada aspecto por separado frente al consolidado, así como una variabilidad alta entre la mañana y la tarde. El aspecto más desfavorable es la sombra pero se compensa con el viento y el ruido. De hecho es probable que sea esa la razón por la cual los campus aparezcan mayormente evaluados en el rango de regular (color amarillo).

La topografía y los volúmenes de los edificios juegan un papel importante en las condiciones de viento y ruido, cualquiera de ellos puede modificar su distribución y propagación afectando el área circundante, con lo que la condición de borde merece especial cuidado en el tratamiento urbano de los campus.

La arborización es responsable de mejorar las condiciones de todos los aspectos ambientales, pues además de dar sombra dirige los vientos, controla el paso del ruido y filtra la luz, es importante recabar mayor información de los árboles y encontrar que tanto influyen en el confort de las personas.

Cada modificación física que se incorpore a los campus cambiará el análisis presentado, es un sistema de relación en tiempo real y por ende dependiente de todas las acciones que se realicen a futuro. La única manera de mantenerlo actualizado y haciendo un monitoreo permanente de esas condiciones ambientales.

## 6. REFERENCIAS

- ALMIRALL HERNÁNDEZ, Pedro. Ergonomía Cognitiva apuntes para su aplicación en trabajo y salud. La Habana, 2000. 185 p.
- AVILA C. Rosalío; PRADO, Lilia y GONZÁLEZ, Elvia. Dimensiones Antropométricas de la población Latinoamericana. México: Centro de Investigaciones en Ergonomía, 2001. 207 p.
- BOTERO MUÑOZ, Norma Lucia. ¿Ensayo o experimento? : Una óptica para reorientar la investigación en Ingeniería. Medellín, 2001. 7 p.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Estudio de los espacios docentes. Instituto Colombiano de Construcciones Escolares, 1986. p. A-07, B-07
- DE LA CUESTA, Marta. Métodos de evaluación cualitativa: Lecciones de Colombia, 1992. p. 68. Trabajo de práctica. (Maestría en Epidemiología). Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública.
- PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE UNA EVALUACIÓN: El proceso de reunión de datos. [artículo en Internet] <http://www.unfpa.org/ooe/toolkit/spanish/tool5iii-spanish.pdf> [Consulta: 1o. de abril de 2003].
- RIVERA LAM, Mailing. El Clima Organizacional de unidades educativas y la puesta en marcha de la Reforma Educativa. Antofagasta, Chile. 2000. 98 p. Tesis para optar al Grado Académico de Magíster en Educación con Mención en Gestión Educacional. Universidad de Antofagasta, Facultad de Educación y Ciencias Humanas.
- GARCÍA C. Ader A., MARTINEZ U. Fabio. Evaluación de la actitud en los alumnos y profesores de un aula de clase, antes y después de una intervención ergonómica en los factores de ruido, iluminación y temperatura. Trabajo de Grado en Ergonomía. Facultad Nacional de Salud Pública. Universidad de Antioquia. 2003.